МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

Г. А. СНИЦЕРЕВ

ГРАФИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОРОТКОВОЛНОВОЙ КАТУШКИ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

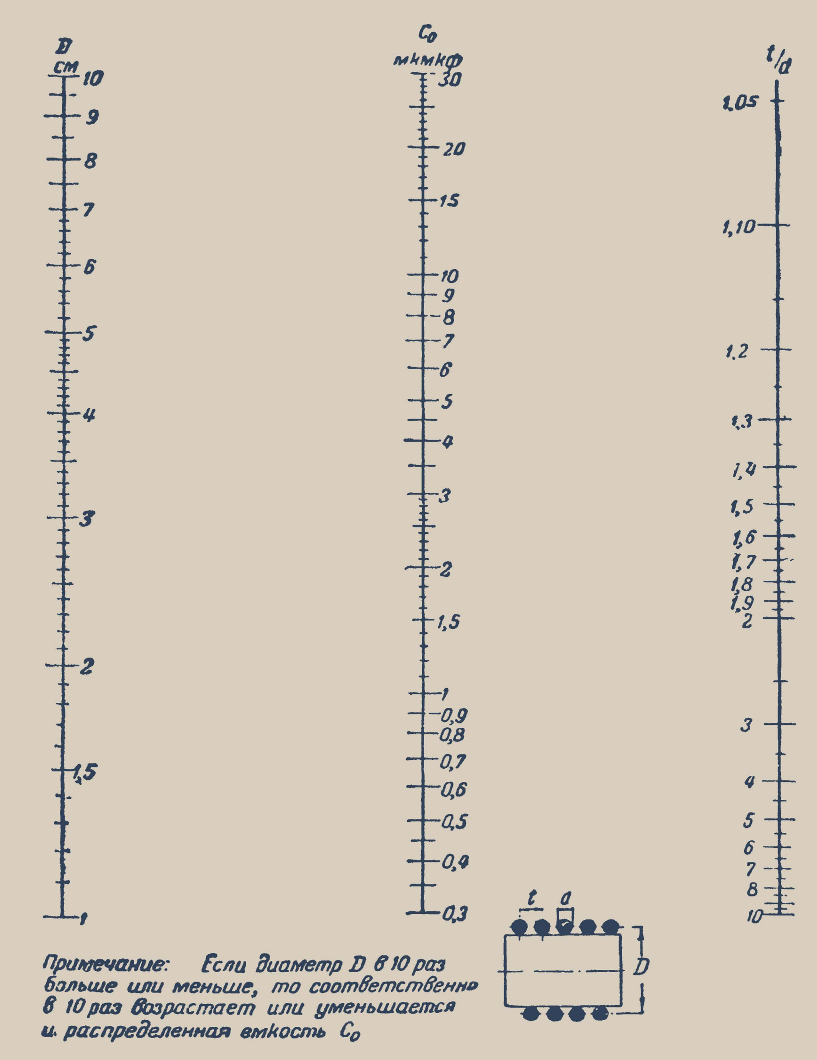


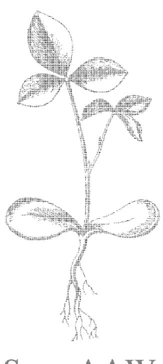
График для определения собственной емкости цилиндрической катушки.

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 43

Г. А. СНИЦЕРЕВ

ГРАФИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОРОТКОВОЛНОВОЙ КАТУШКИ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

Брошюра излагает простой графический метод расчета индуктивности катушек для контуров, работающих в диапазоне коротких волн

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор Р. М. Малинин Техред Г. Б. Фомилиант

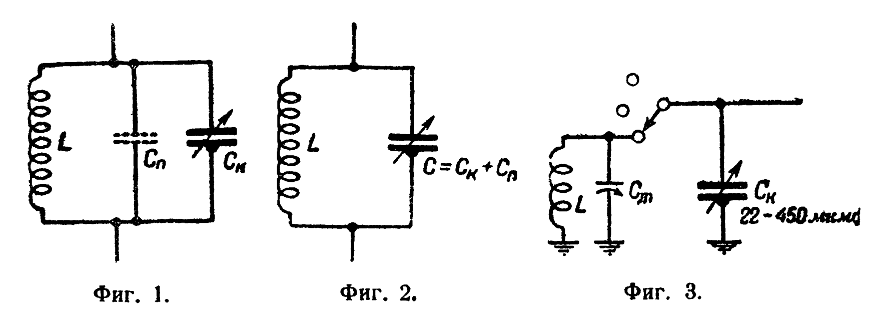
Сдано в набор 4/VI 1949 г. Подписано к печати 11/XI 1949 г.
Объем $1^1/_2$ п. л. + 1 вкл. $1^1/_2$ уч.-изд. л. Тираж 25 000
А-15106 Бумага $84 \times 108^1/_{32}$. Тип. зн. в 1 п. л. 40 000. Заказ 2201

Типография Госэнергоиздата, Москва, Шлюзовая наб., 10.

Графики и номограммы, приведенные в настоящей брошюре, дают возможность подобрать без каких-либо вычислений необходимое число витков катушки самоиндукции для контуров, работающих в диапазоне коротких волн.

1. РАСЧЕТ ИНДУКТИВНОСТИ КАТУШКИ

Как известно, колебательный контур состоит из катушки самоиндукции L и конденсатора $C_к$ (фиг. 1). Помимо емкости конденсатора $C_к$ в контуре всегда имеется еще дополнительная емкость $C_п$, слагающаяся из междувитковых емко-



Фиг. 1. Фиг. 2. Фиг. 3.

стей катушки, емкости монтажа и т. п. Общая емкость контура C будет состоять из суммы емкостей $C_к$ и $C_п$. Схему контура поэтому мы можем изобразить так, как она показана на фиг. 2, где все эти емкости объединены в одну и обозначены буквой C.

Величина емкости $C_п$ практически не поддается расчету. Измерения показывают, что в зависимости от расположения деталей и их монтажа, при катушке с однослойной намоткой, емкость $C_п$ имеет величину порядка 20—50 *мкмкф*. Так как обычно соединение катушки с конденсатором в коротковолновом контуре производится очень короткими проводни-

ками, их индуктивностью при расчете контура можно практически пренебречь.

Зависимость между частотой, на которую настроен контур, и величиной емкости и индуктивности в нем выражается формулой:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Для этой формулы построены номограммы (фиг. 4, 5 и 6).

Каждая из номограмм имеет по три шкалы: шкалу для индуктивности L, общую шкалу для частоты и длины волны f и λ и шкалу для емкости C. С помощью этих номограмм по любым из двух входящих в формулу величинам можно графически определить третью величину.

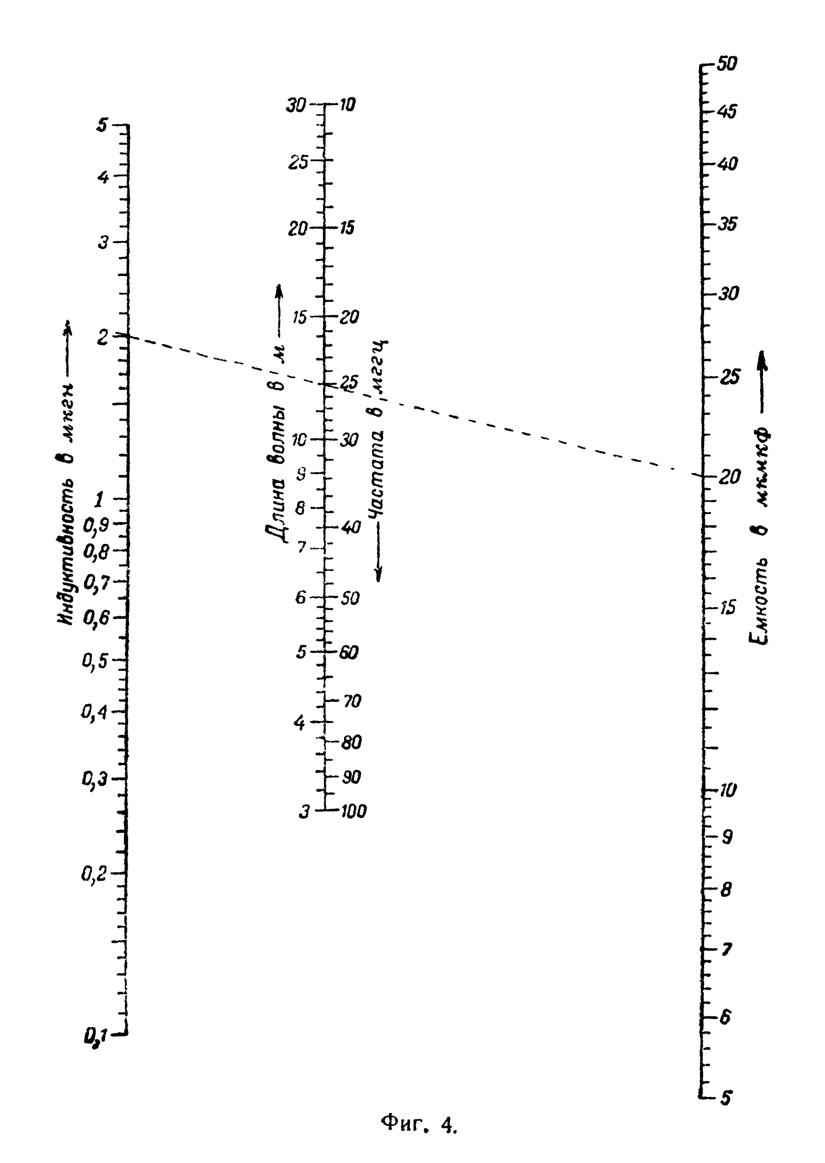
Если, например, через точку на средней шкале соответствующую данной частоте f, провести линию, пересекающую все три шкалы номограммы, то точки пересечения этой линии со шкалами для L и C укажут величины индуктивности и емкости, при которых осуществляется настройка контура на выбранную частоту.

Когда емкость переменного конденсатора, с помощью которого будет производиться настройка контура, известна, по номограмме нужно будет найти только индуктивность катушки, которая необходима для настройки контура этим конденсатором на ту или иную частоту или диапазон частот.

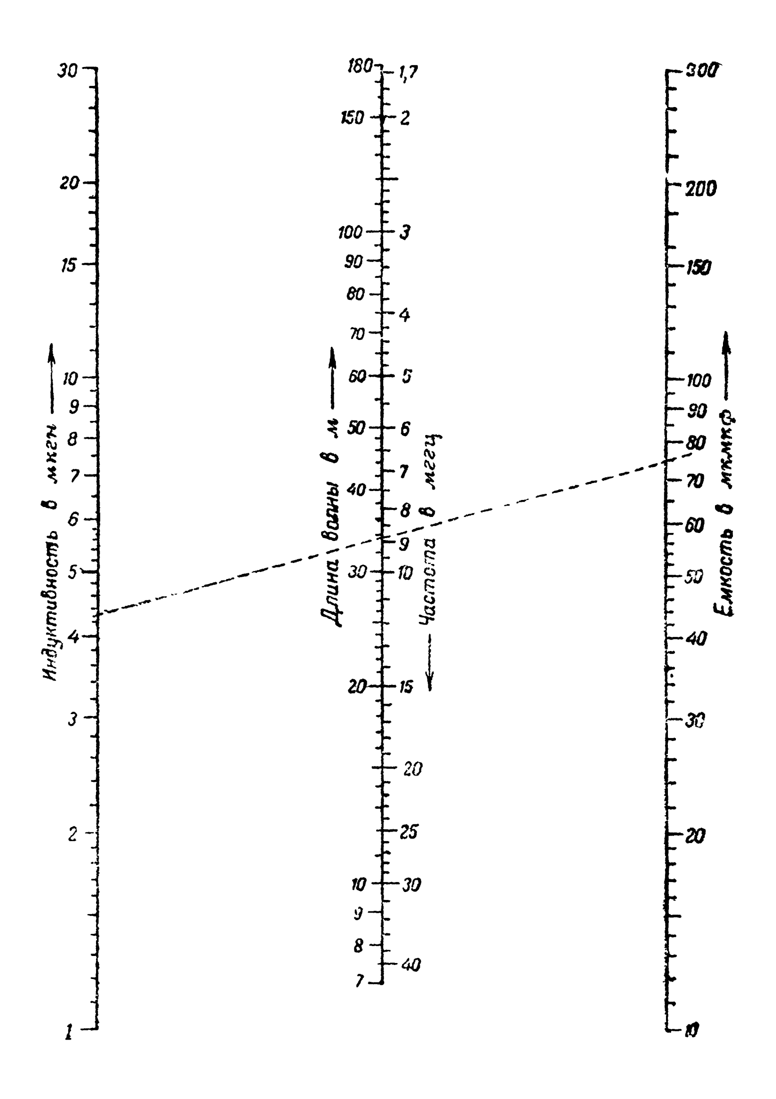
Для получения наиболее точных результатов следует пользоваться той номограммой, у которой верхнее значение шкалы емкости C ближе всего подходит к максимальной емкости контура.

Так, например, номограммой фиг. 4 рекомендуется пользоваться в тех случаях, когда в контуре применяется коротковолновый переменный конденсатор с максимальной емкостью 45 *мкмкф*, номограммой фиг. 5 при максимальной емкости 180 *мкмкф* и номограммой фиг. 6 при использовании в контуре типового конденсатора с максимальной емкостью около 450 *мкмкф*.

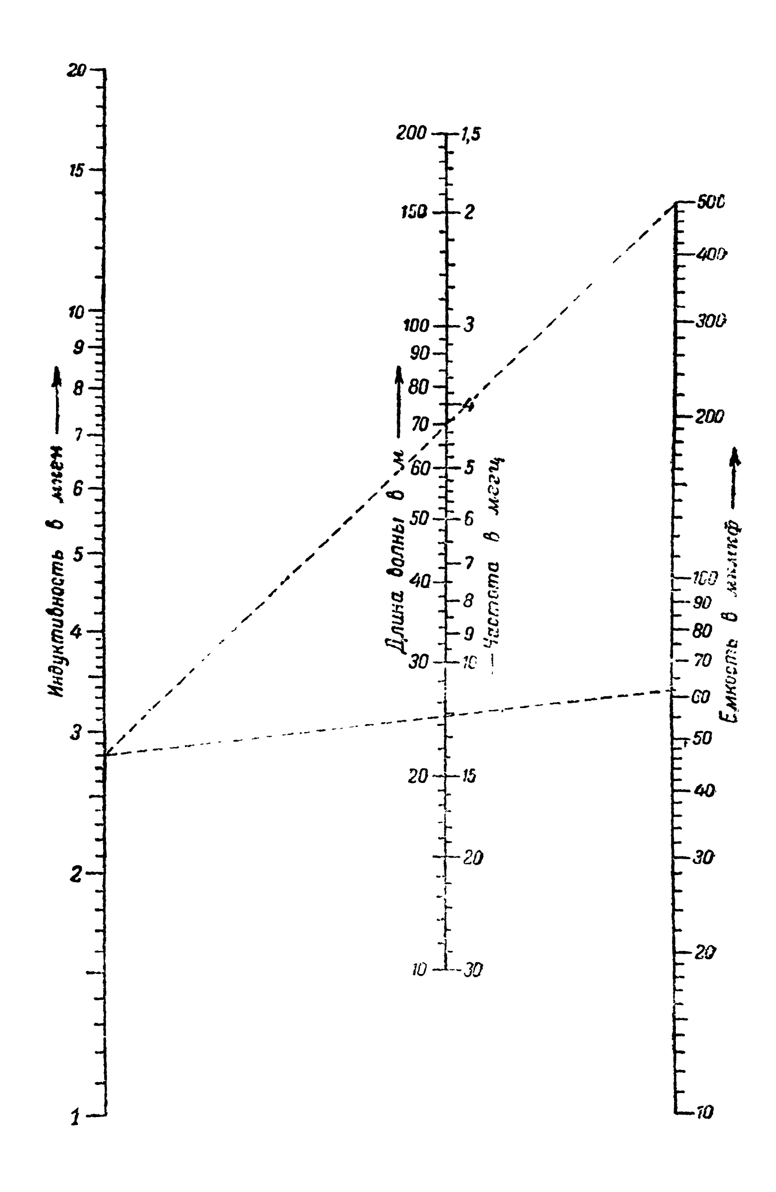
Для усвоения техники расчета определим необходимую индуктивность катушки преселектора приемника на диапазон от 4,3 до 12 *мггц*. В приемнике использован агрегат переменных конденсаторов, каждый из которых имеет начальную емкость, равную 22 *мкмкф*, и максимальную — 450 *мкмкф* (фиг. 3). Будем считать, что величина дополнительной емкости C_n (вместе с емкостью подстроечного конденсатора C_m)


Индуктивность в мкгн
Длина волны в м
Частота в мггц
Емкость в мкмкф
5
4
3
2
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
30
25
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
10
15
20
25
30
40
50
60
70
80
90
100
50
45
40
35
30
25
20
15
10
9
8
7
6
5

Фиг. 4.


Индуктивность в мкгн
Длина волны в м
Частота в мггц
Емкость в мкмкф
30
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
180
150
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
9
8
7
1,7
2
3
4
5
6
7
8
9
10
15
20
25
30
40
300
200
150
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Фиг. 5


Индуктивность в мген
Длина волны в м
Частота в мггц
Емкость в мкмкф
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
200
150
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
10
15
20
30
500
400
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Фиг. 6.

равна 40 *мкмкф*. Тогда максимальная емкость в контуре будет $450+40=490$ *мкмкф* и минимальная $22+40=$ $=62$ *мкмкф*. Для расчета воспользуемся номограммой фиг. 6.

1. Определим величину индуктивности, нужную для настройки контура на самую низкую частоту диапазона —4,3 *мггц*. Очевидно, контур должен быть настроен на эту частоту при максимальном значении емкости (490 *мкмкф*). Через точку на шкале C, соответствующую емкости в 490 *мкмкф*, и точку на шкале f, соответствующую частоте 4,3 *мггц*, проведем линию до пересечения со шкалой L, где и читаем ответ — 2,8 *мкгн*.

2. Проверим, на какую частоту будет настроен контур тогда, когда емкость в нем будет иметь минимальное значение — 62 *мкмкф*. Для этого точку на шкале C, соответствующую этой емкости, соединим с точкой, соответствующей индуктивности в 2,8 *мкгн*. Точка пересечения линии со шкалой f укажет частоту, на которую настроен контур при этой емкости. Она равна 12,1 *мггц*. Как видим, диапазон, перекрываемый контуром, получился несколько шире заданного (4,3 — 12,1 *мггц* вместо 4,3 — 12 *мггц*). Это произошло потому, что мы задались меньшим значением емкости C_n, чем то, которое нужно для перекрытия диапазона от 4,3 до 12 *мггц*.

Перекрываемый диапазон всегда будет шире, если мы зададимся значением емкости C_n меньше нужной; с другой стороны, ширина диапазона получится всегда меньше заданной, если значение емкости C_n будет больше нужной величины.

При значительном расхождении полученного перекрытия с заданным нужно задаться другим значением емкости C_n и вновь произвести расчет по номограмме. Добиваться точного совпадения заданного и полученного перекрытия не имеет смысла, так как окончательную подгонку легче произвести при налаживании приемника путем регулировки емкости подстроечного конденсатора и индуктивности катушки.

При желании произвести расчет перекрытия так, чтобы он точно совпал с заданным, следует определить необходимую величину емкости C_n (вместе с емкостью подстроечного конденсатора) по следующей формуле:

$$C_n=\frac{C_{макс}-K^2C_{мин}}{K^2-1},$$

где $C_{макс}$ — максимальная емкость конденсатора;

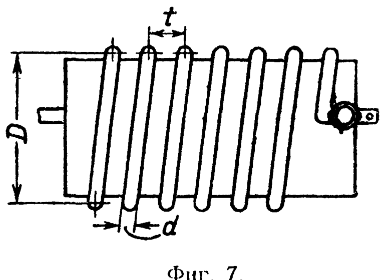
$C_{мин}$ — минимальная емкость конденсатора;

K — нужный коэффициент перекрытия:

$$K = \frac{f_{макс}}{f_{мин}} \text{ или } K = \frac{\lambda_{макс}}{\lambda_{мин}}.$$

2. КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЕТ КАТУШКИ БЕЗ ЭКРАНА

После того, как индуктивность катушки найдена, нужно определить ее конструктивные данные: количество витков, диаметр намотки, диаметр провода, шаг намотки (фиг. 7). Диаметром катушки и диаметром провода, а зачастую и шагом намотки, можно задаться заранее, исходя из конструктивных и иных соображений. Число витков катушки тогда легко определить по одному из графиков фиг. 8—37, дающих зависимость индуктивности от диаметра намотки, числа витков, диаметра провода и шага намотки для различных значений этих величин.



Фиг. 7.

На всех графиках фиг. 8—37 приняты следующие обозначения (фиг. 7):

D — диаметр катушки в *мм*;

d — диаметр провода в *мм*;

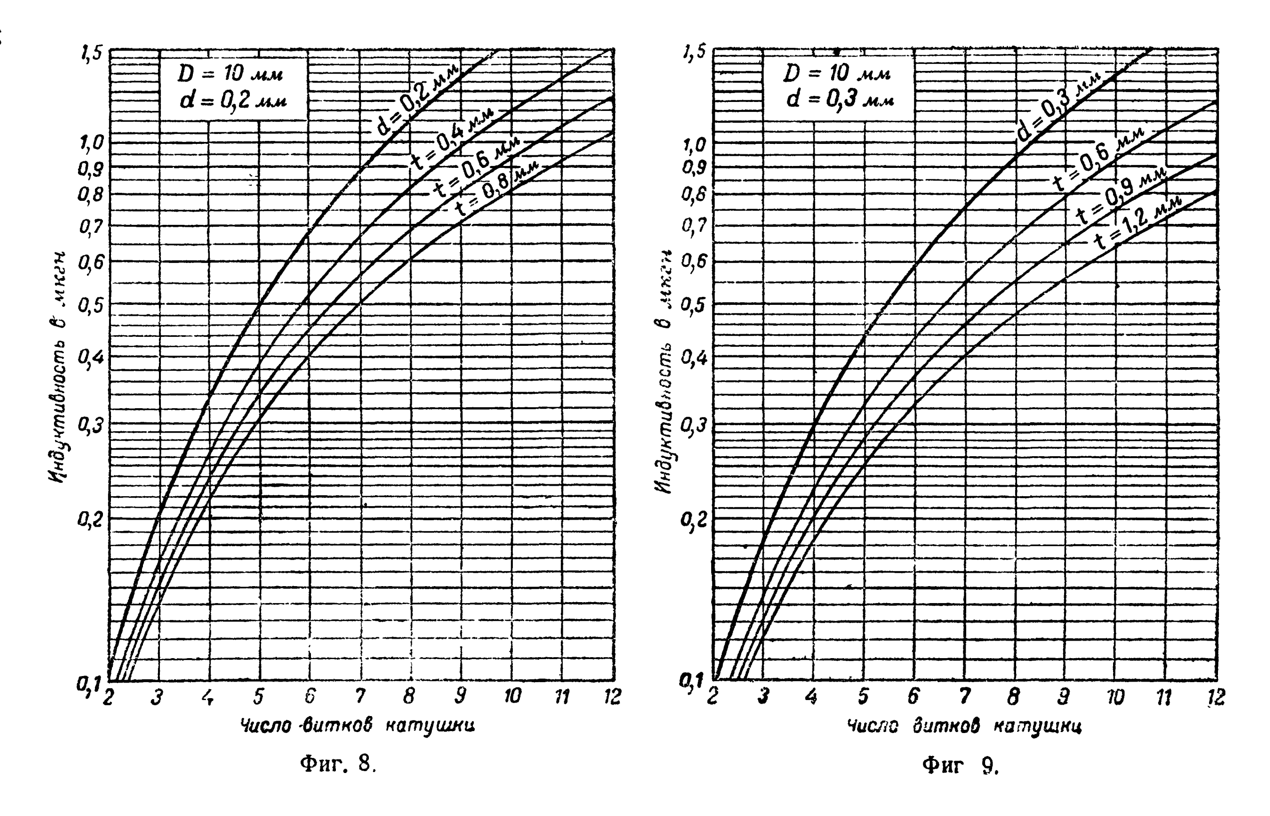
t — шаг намотки в *мм*.

Жирная линия на каждом из графиков проведена для случаев сплошной намотки катушек (виток к витку без зазора между ними).

Определим конструктивные данные катушки с найденной выше индуктивностью в 2,8 *мкгн*.

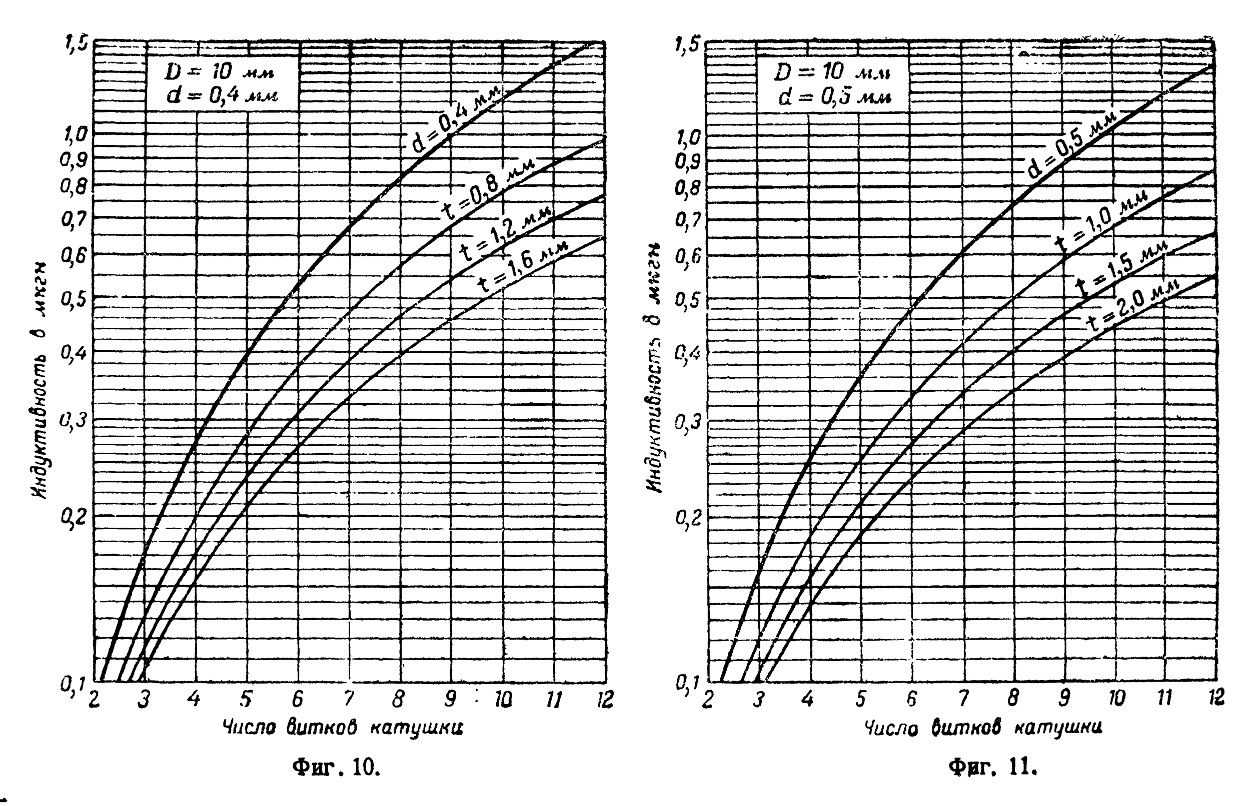
Зададимся диаметром намотки в 20 *мм* и диаметром провода 0,8 *мм*. По графику фиг. 20 находим, что катушка должна иметь 15 витков при шаге намотки в 1,6 *мм*.

На этом расчет катушки заканчивается. Окончательная подгонка числа витков делается при налаживании приемника.


D = 10 мм
d = 0,2 мм
d = 0,2 мм
t = 0,4 мм
t = 0,6 мм
t = 0,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 10 мм
d = 0,3 мм
d = 0,3 мм
t = 0,6 мм
t = 0,9 мм
t = 1,2 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

Фиг. 8.

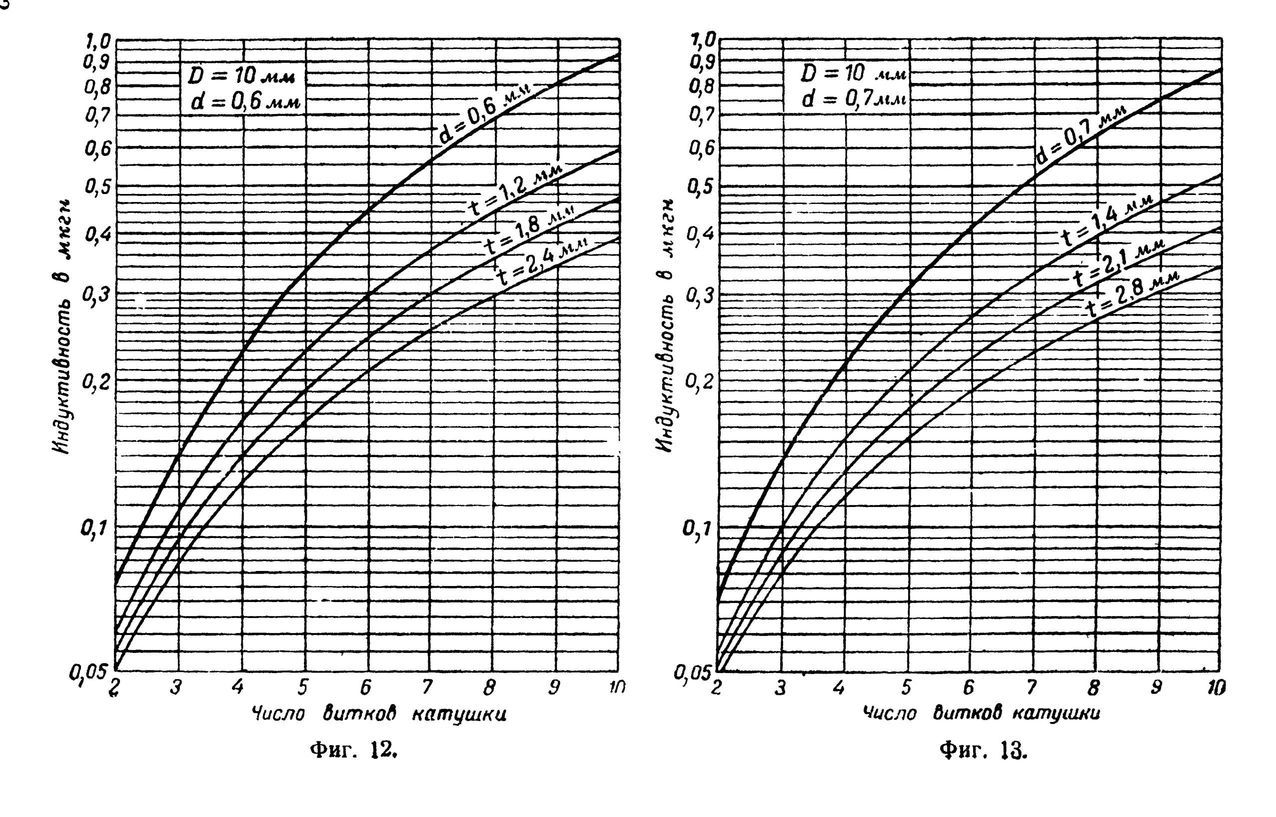
Фиг 9.


D = 10 мм
d = 0,4 мм
d = 0,4 мм
t = 0,8 мм
t = 1,2 мм
t = 1,6 мм
Индуктивность в мкгн
1,5
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Число витков катушки

Фиг. 10.

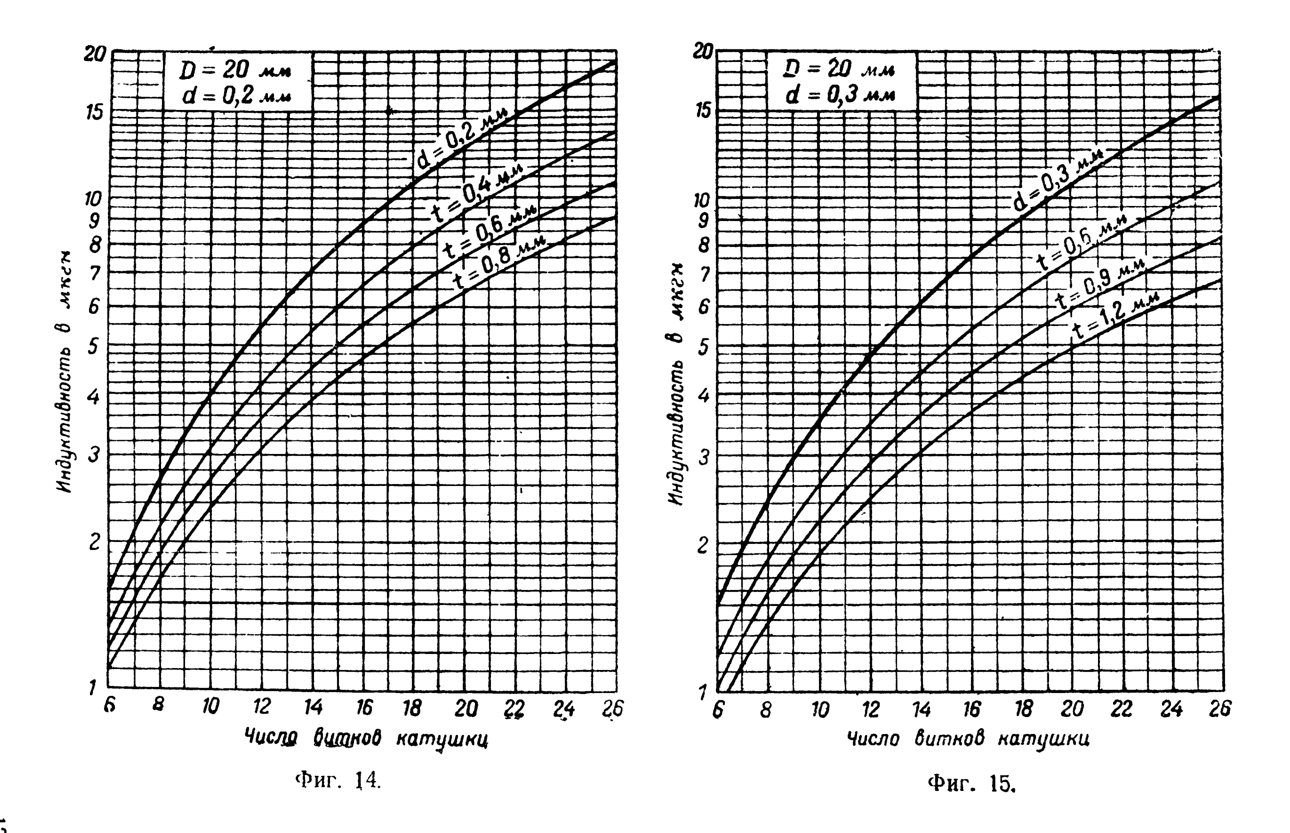
D = 10 мм
d = 0,5 мм
d = 0,5 мм
t = 1,0 мм
t = 1,5 мм
t = 2,0 мм
Индуктивность в мкгн
1,5
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Число витков катушки

Фиг. 11.


D = 10 мм
d = 0,6 мм
d = 0,6 мм
t = 1,2 мм
t = 1,8 мм
t = 2,4 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 10 мм
d = 0,7 мм
d = 0,7 мм
t = 1,4 мм
t = 2,1 мм
t = 2,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

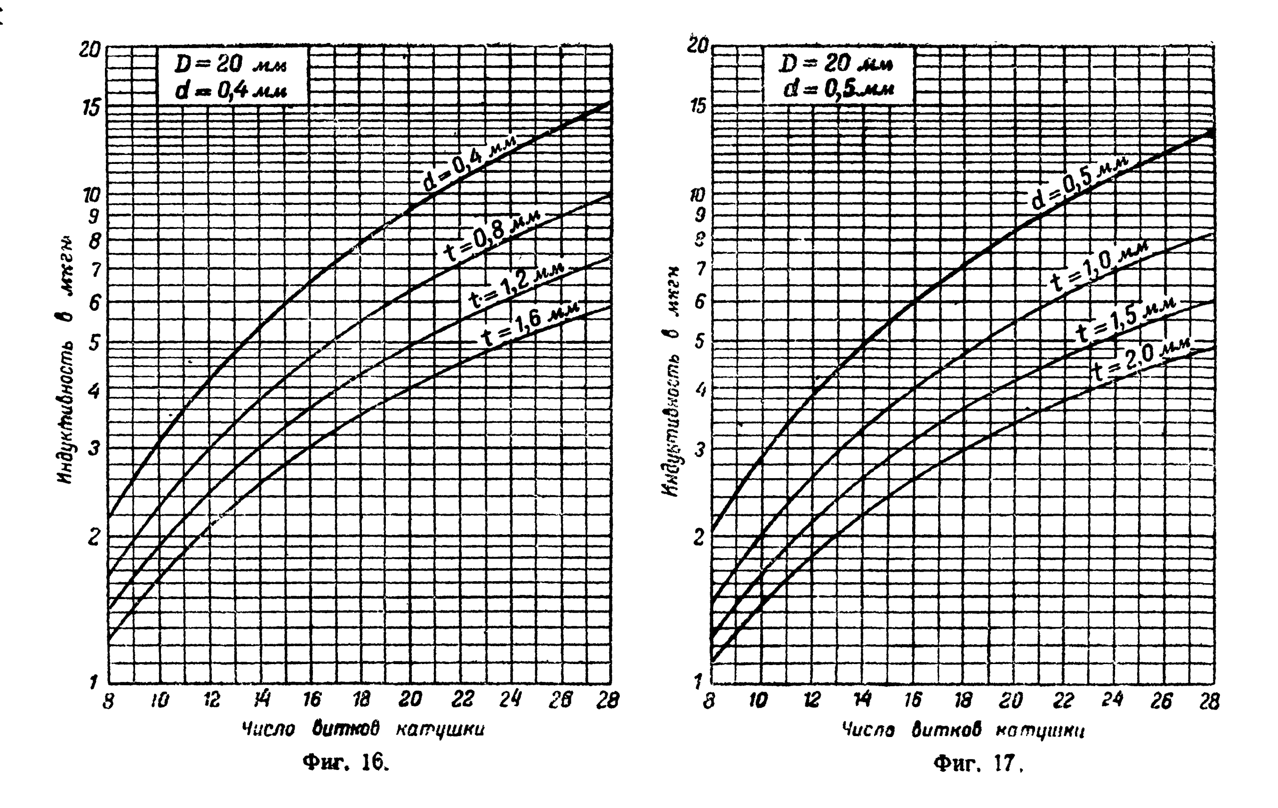
Фиг. 12.

Фиг. 13.


D = 20 мм
d = 0,2 мм
d = 0,2 мм
t = 0,4 мм
t = 0,6 мм
t = 0,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
D = 20 мм
d = 0,3 мм
d = 0,3 мм
t = 0,6 мм
t = 0,9 мм
t = 1,2 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

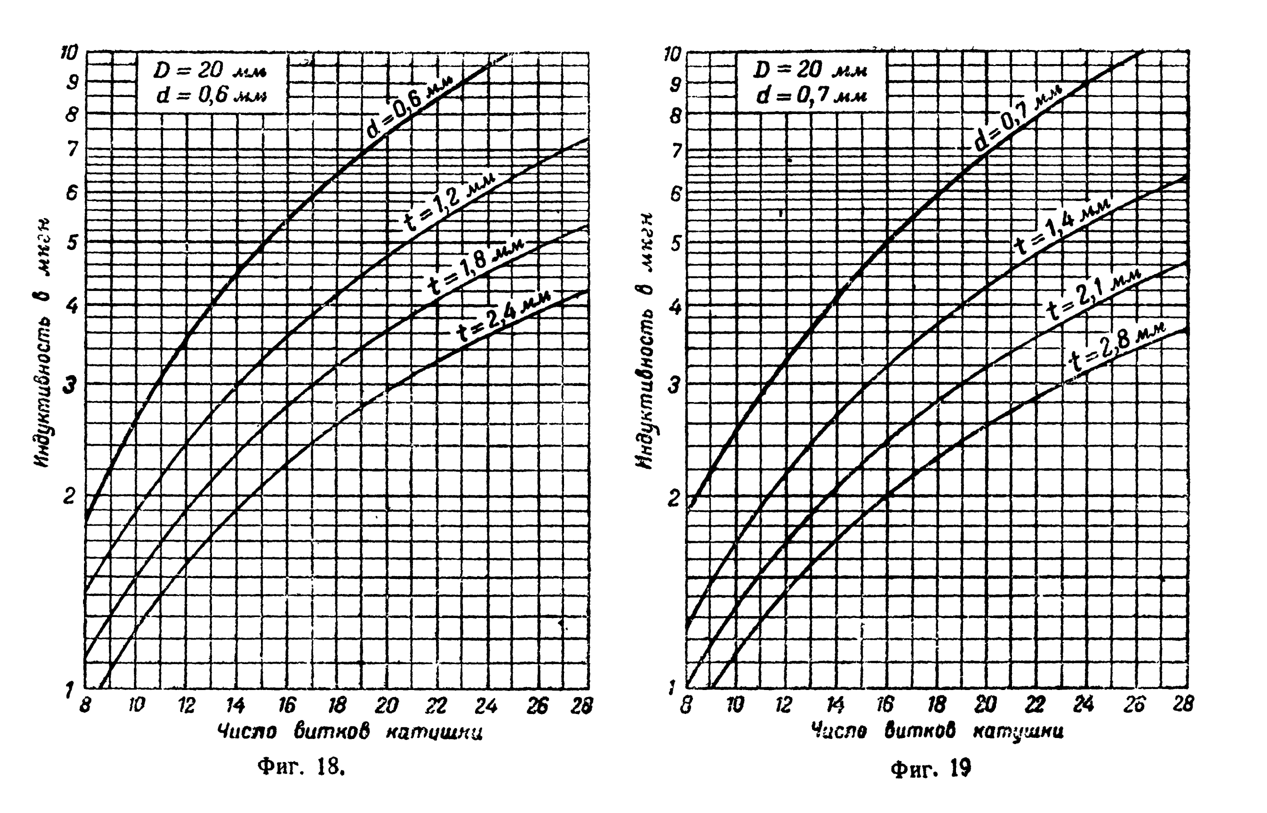
Фиг. 14.

Фиг. 15.


D = 20 мм
d = 0,4 мм
d = 0,4 мм
t = 0,8 мм
t = 1,2 мм
t = 1,6 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 20 мм
d = 0,5 мм
d = 0,5 мм
t = 1,0 мм
t = 1,5 мм
t = 2,0 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

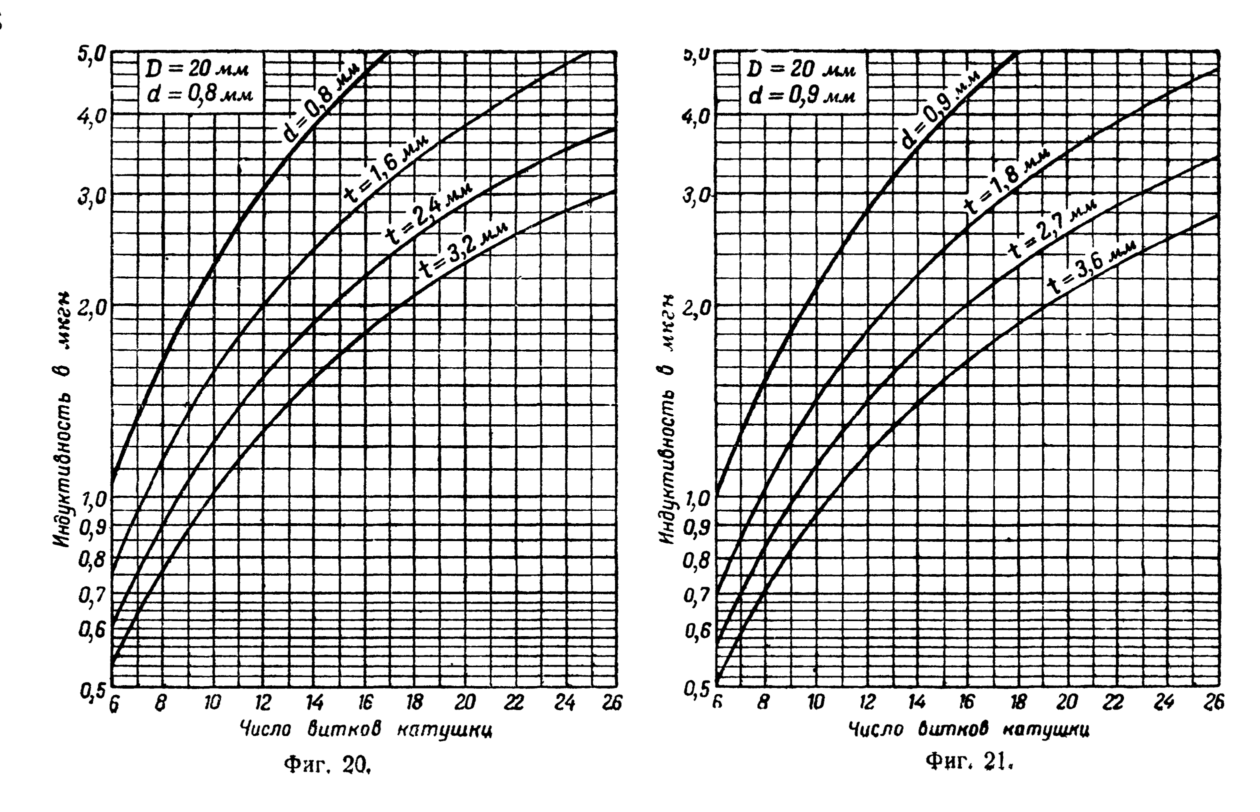
Фиг. 16.

Фиг. 17.

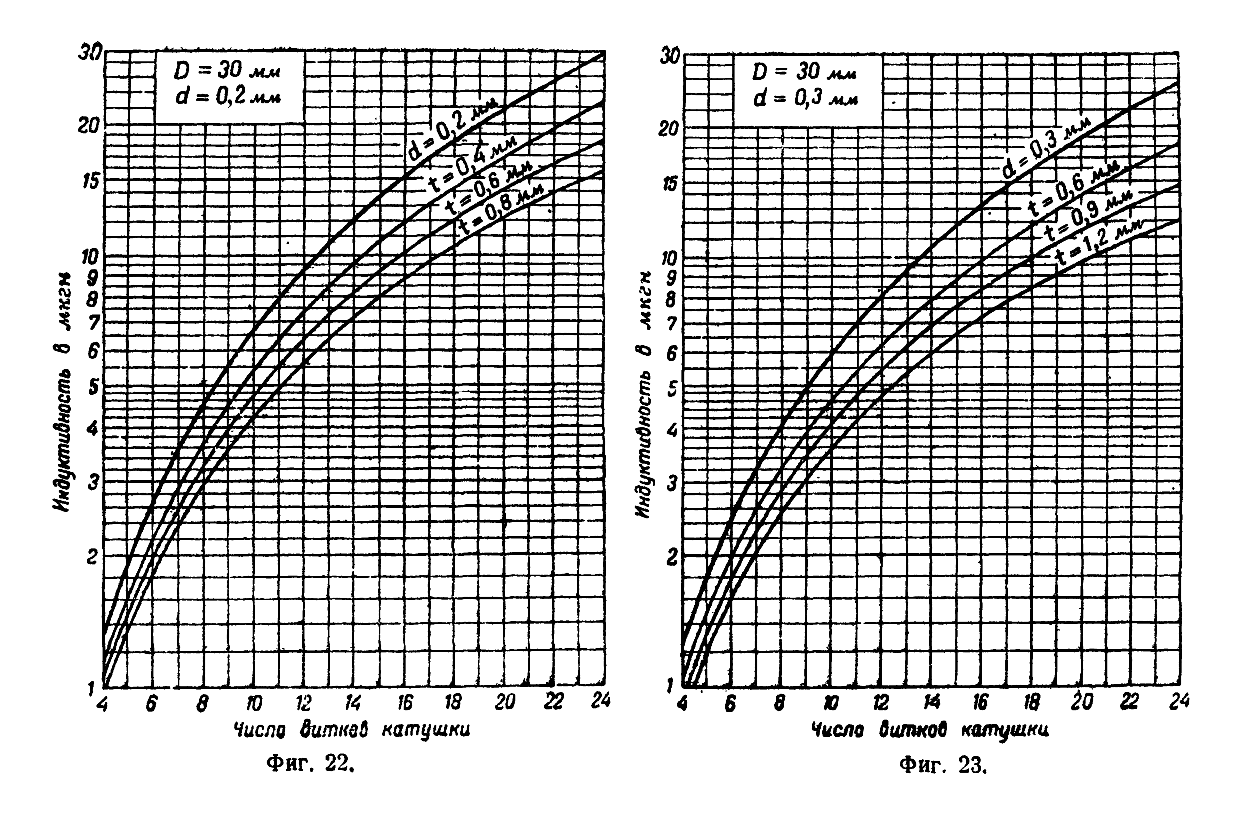

D = 20 мм
d = 0,6 мм
d = 0,6 мм
t = 1,2 мм
t = 1,8 мм
t = 2,4 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 20 мм
d = 0,7 мм
d = 0,7 мм
t = 1,4 мм
t = 2,1 мм
t = 2,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

Фиг. 18.

Фиг. 19


D = 20 мм
d = 0,8 мм
d = 0,8 мм
t = 1,6 мм
t = 2,4 мм
t = 3,2 мм
Индуктивность в мкгн
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Число витков катушки
Фиг. 20.

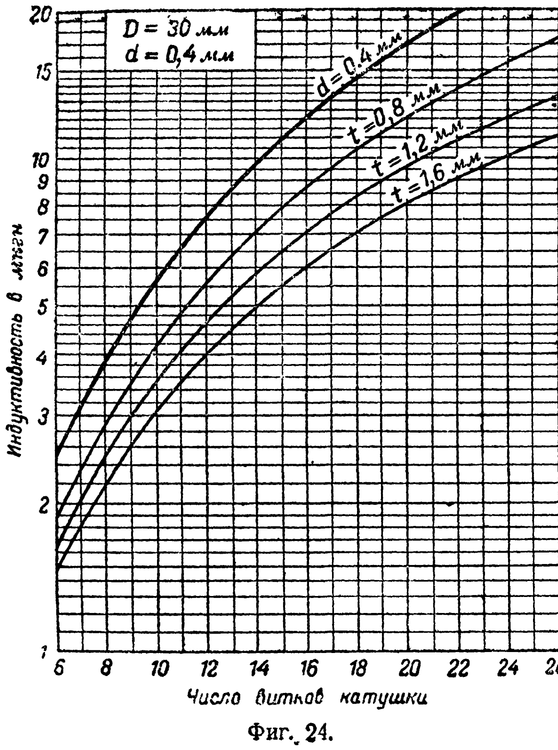
D = 20 мм
d = 0,9 мм
d = 0,9 мм
t = 1,8 мм
t = 2,7 мм
t = 3,6 мм
Индуктивность в мкгн
4,0
3,0
2,0
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Число витков катушки
Фиг. 21.


D = 30 мм
d = 0,2 мм
d = 0,2 мм
t = 0,4 мм
t = 0,6 мм
t = 0,8 мм
Индуктивность в мкгн
30
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Числа витков катушки

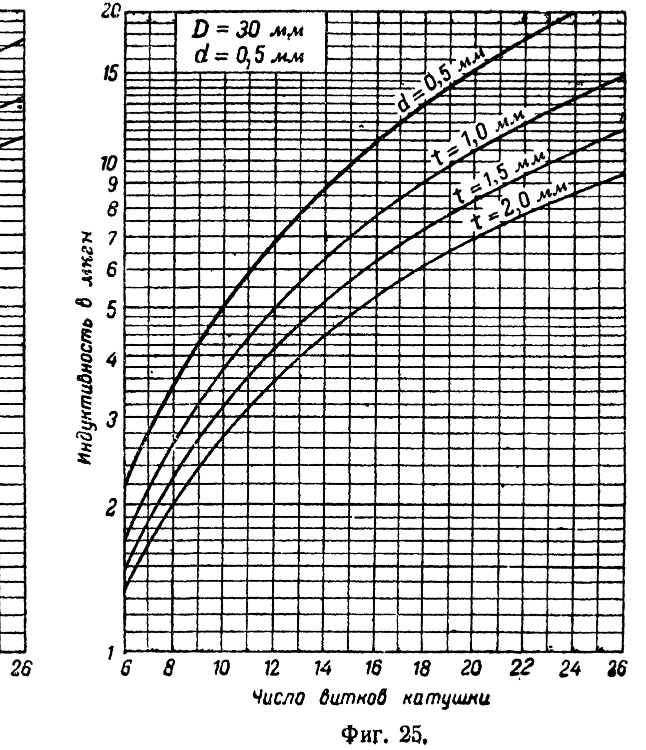
Фиг. 22.

D = 30 мм
d = 0,3 мм
d = 0,3 мм
t = 0,6 мм
t = 0,9 мм
t = 1,2 мм
Индуктивность в мкгн
30
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Число витков катушки

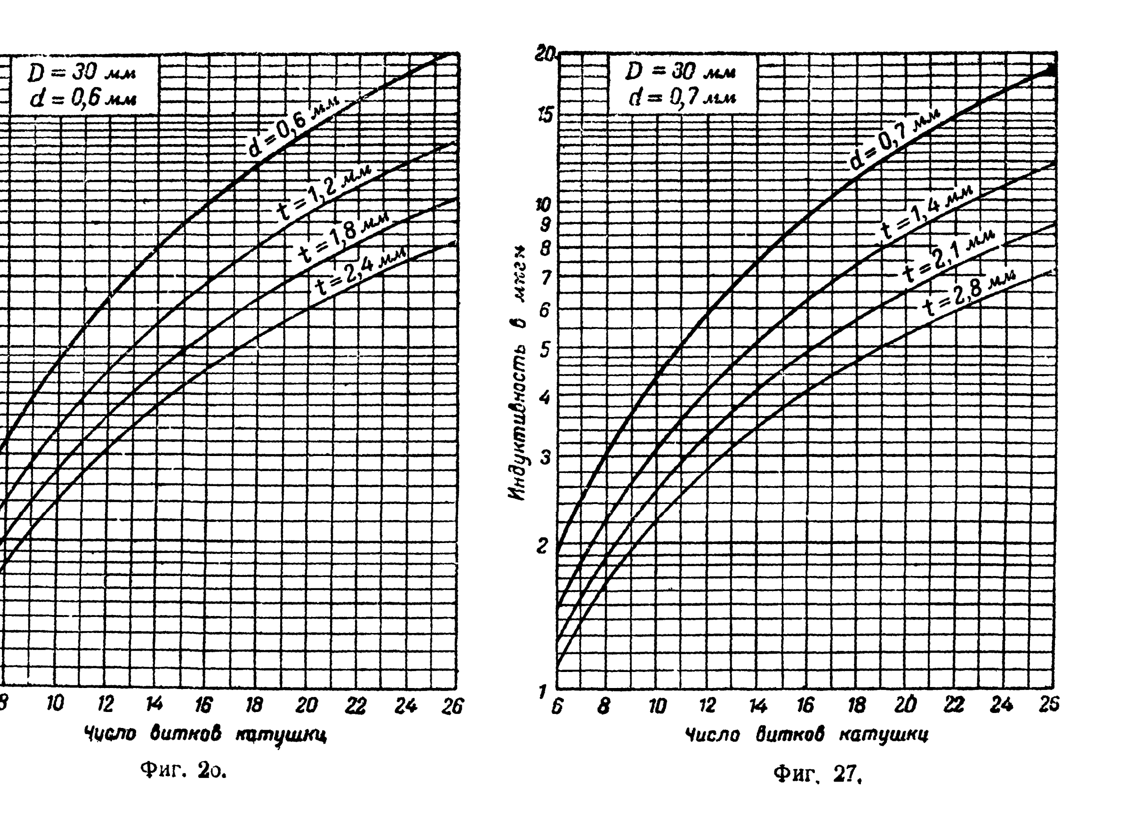
Фиг. 23.


D = 30 мм
d = 0,4 мм
d = 0,4 мм
t = 0,8 мм
t = 1,2 мм
t = 1,6 мм
Индуктивность в мкгн
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Число витков катушки

Фиг. 24.

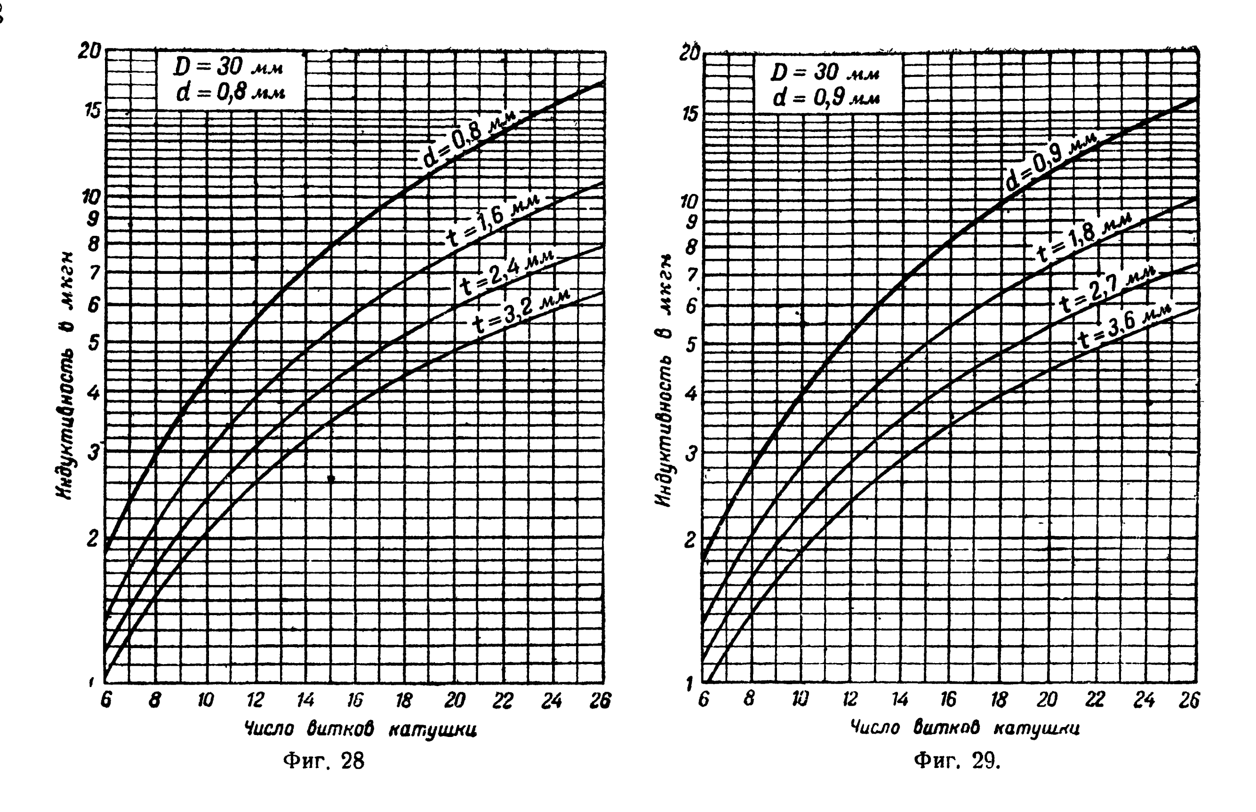

D = 30 мм
d = 0,5 мм
d = 0,5 мм
t = 1,0 мм
t = 1,5 мм
t = 2,0 мм
Индуктивность в мкгн
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Число витков катушки

Фиг. 25.


D = 30 мм
d = 0,6 мм
d = 0,6 мм
t = 1,2 мм
t = 1,8 мм
t = 2,4 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 30 мм
d = 0,7 мм
d = 0,7 мм
t = 1,4 мм
t = 2,1 мм
t = 2,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

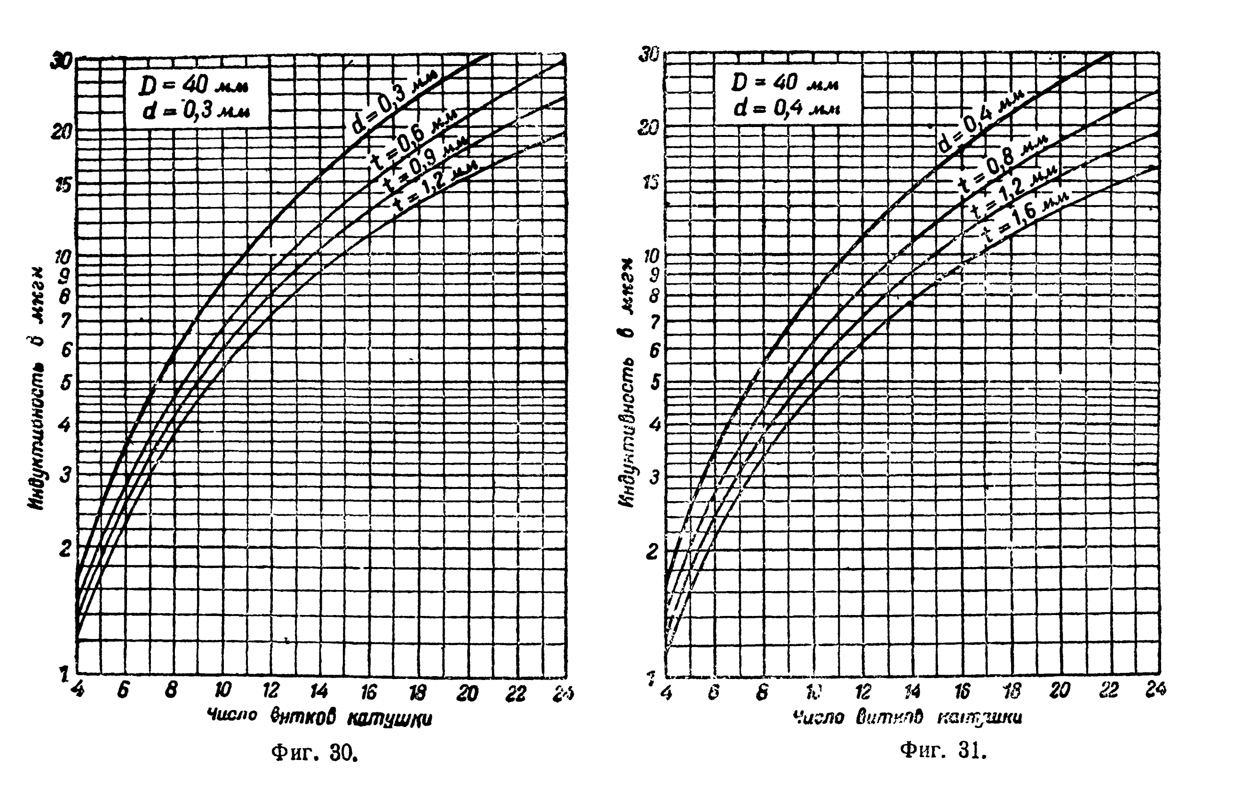
Фиг. 26.

Фиг. 27.


D = 30 мм
d = 0,8 мм
d = 0,8 мм
t = 1,6 мм
t = 2,4 мм
t = 3,2 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 30 мм
d = 0,9 мм
d = 0,9 мм
t = 1,8 мм
t = 2,7 мм
t = 3,6 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

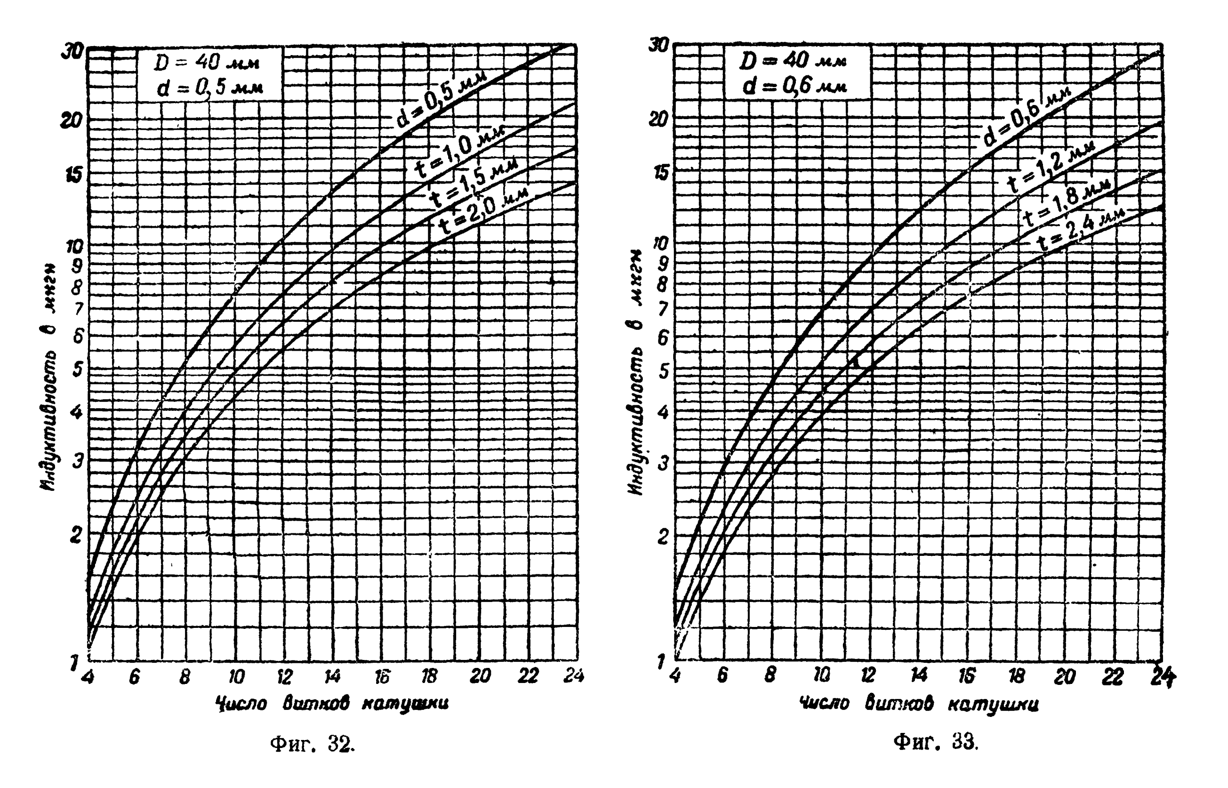
Фиг. 28

Фиг. 29.


D = 40 мм
d = 0,3 мм
d = 0,3 мм
t = 0,6 мм
t = 0,9 мм
t = 1,2 мм
Индуктиность в мкгн
Число внтков катушки
D = 40 мм
d = 0,4 мм
d = 0,4 мм
t = 0,8 мм
t = 1,2 мм
t = 1,6 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

Фиг. 30.

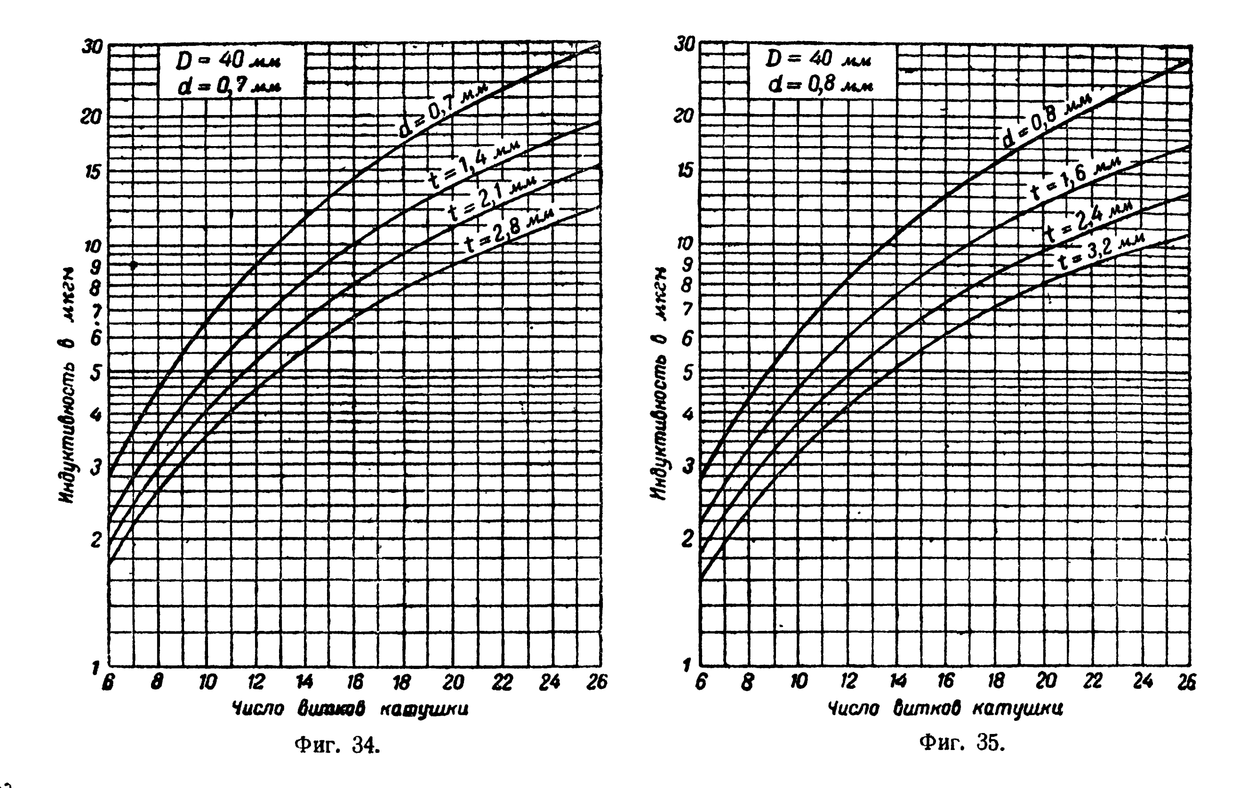
Фиг. 31.


D = 40 мм
d = 0,5 мм
d = 0,5 мм
t = 1,0 мм
t = 1,5 мм
t = 2,0 мм
Индуктивность в мкгн
30
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
Число витков катушки

Фиг. 32.

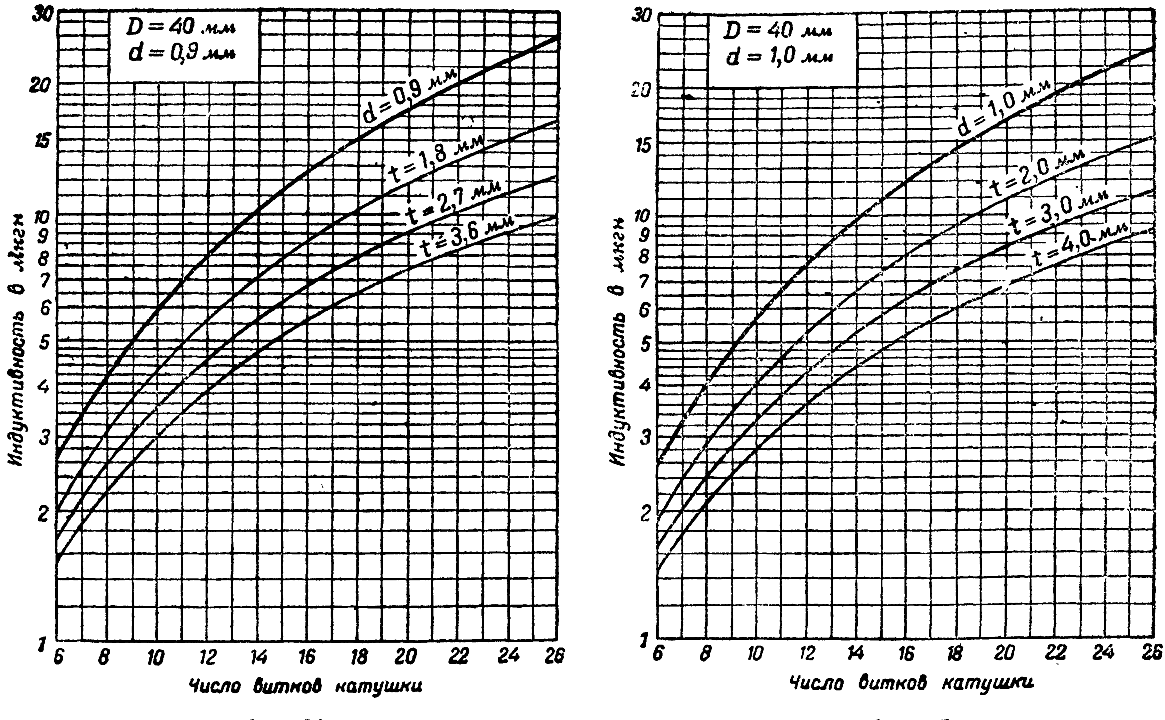
D = 40 мм
d = 0,6 мм
d = 0,6 мм
t = 1,2 мм
t = 1,8 мм
t = 2,4 мм
Индуктивность в мкгн
30
20
15
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
Число витков катушки

Фиг. 33.


D = 40 мм
d = 0,7 мм
d = 0,7 мм
t = 1,4 мм
t = 2,1 мм
t = 2,8 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
D = 40 мм
d = 0,8 мм
d = 0,8 мм
t = 1,6 мм
t = 2,4 мм
t = 3,2 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

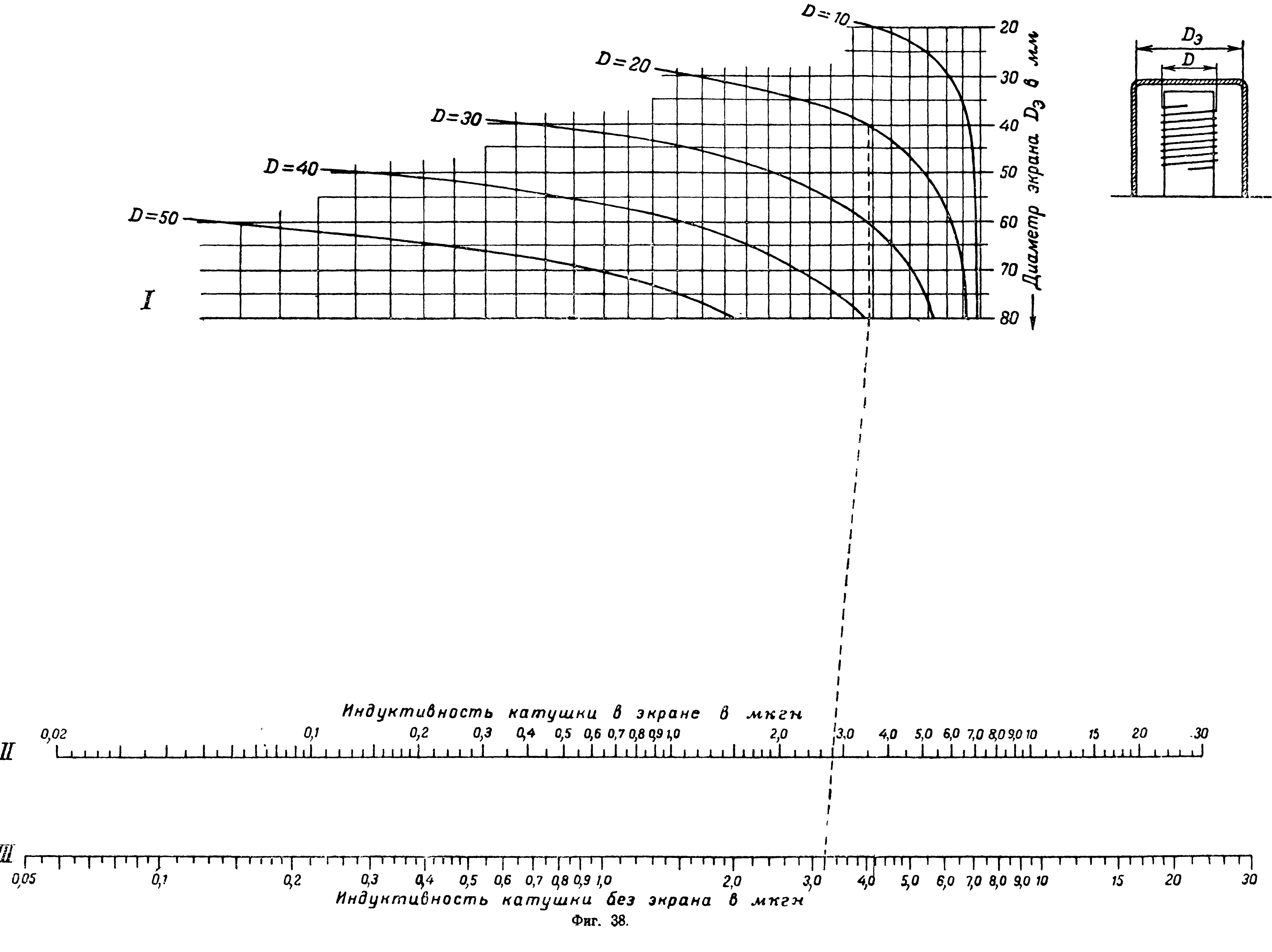
Фиг. 34.

Фиг. 35.


D = 40 мм
d = 0,9 мм
d = 0,9 мм
t = 1,8 мм
t = 2,7 мм
t = 3,6 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
15
20
30
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
D = 40 мм
d = 1,0 мм
d = 1,0 мм
t = 2,0 мм
t = 3,0 мм
t = 4,0 мм
Индуктивность в мкгн
Число витков катушки

Фиг. 36.

Фиг. 37.



Фиг. 38.

Г. А. Сницерев.

РАСЧЕТ КАТУШКИ В ЭКРАНЕ

Если катушка должна быть помещена в экран, нужно учесть уменьшение ее индуктивности за счет влияния последнего. Диаметр экрана $D_э$ следует выбирать примерно в 2 раза больше диаметра катушки D. В этом случае, прежде чем определить число витков катушки, нужно определить по номограмме фиг. 38 индуктивность, которую катушка должна иметь без экрана.

Последней номограммой пользуются следующим образом: по шкале *Диаметр экрана* $D_э$ отыскиваем точку, соответствующую диаметру применяемого экрана. Из найденной точки проводим линию до пересечения с кривой, соответствующей выбранному диаметру катушки. Из этой точки проводим линию вниз до пересечения последней с горизонтальной шкалой *I*. Через эту точку и точку, соответствующую нужной величине индуктивности, найденной по номограммам фиг. 4—6 на шкале *II Индуктивность катушки в экране*, проводим линию до пересечения с нижней шкалой *III*, по которой и читаем значение индуктивности катушки, которое она должна иметь до заключения ее в экран.

После этого определяем обычным способом (по одному из графиков фиг. 8—37) число витков катушки, необходимое для получения индуктивности, найденной по номограмме фиг. 38.

Определим, какое число витков должна будет иметь рассчитанная в предыдущем примере катушка с индуктивностью 2,8 *мкгн* при диаметре намотки 20 *мм*, если ее поместить в экран диаметром 40 *мм*. По номограмме фиг. 38 находим, что для получения индуктивности катушки 2.8 *мкгн* в экране, ее индуктивность без экрана должна быть 3,2 *мкгн*.

Задаваясь тем же диаметром провода 0,8 *мм*, по графику фиг. 20 находим, что для получения индуктивности 3,2 *мкгн* при шаге намотки 1,6 *мм* катушка должна иметь 17 витков.

Когда мы поместим такую катушку в экран диаметром 40 *мм*, она будет иметь необходимую индуктивность, равную 2,8 *мкгн*.

Цена 75 коп.